

5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман — М.: Высшая школа, 2003.— 479 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Филатова А.Е.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21, filatova@gmail.com

В настоящее время значительно выросло производство отечественных цифровых электрокардиографических телеметрических систем. Создание интеллектуальных автоматизированных кардиологических систем поддержки принятия решений, как часть электрокардиографических телеметрических систем, может улучшить качество консультативной помощи в условиях оказания неотложной медицинской помощи. Традиционно морфологический анализ электрокардиограмм (ЭКГ) выполняется для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы (ССС). В частности электрокардиография применяется для определения частоты и регулярности сердечных сокращений. Самым распространенным нарушением ритма сердца является экстрасистолия (ЭС). В практической работе и научных исследованиях основное внимание уделяют желудочковой ЭС (ЖЭС), т.к. некоторые разновидности ЖЭС могут свидетельствовать о возможном развитии фибрилляции желудочков [1, 2]. ЭКГ является биомедицинским сигналом (БМС) с локально сосредоточенными признаками (ЛСП). При анализе ЭКГ выделяются зубцы и комплексы, определяются их амплитудные и временные характеристики, а также анализируется форма выбранных структурных элементов (СЭ). Для решения проблемы морфологического анализа БМС с ЛСП авторы предложили метод, основанный на построении многоканального нелинейного фильтра (НФ) [3-6]. Задача этого метода – обнаружение СЭ заданного типа и их локализация на рассматриваемом сигнале. В основе метода лежит идея преобразования БМС с ЛСП в новое пространство признаков, используя свойства модели полезного сигнала (МПС). При этом функция обнаружения $\tilde{y}_i[t] \in [0;1]$ i -го канала НФ определяется как

$$\tilde{y}_i[t] = \frac{1}{1 + \alpha_i D^2(\omega_i^p, \omega_i^t)}, \quad (1)$$

где $\alpha_i \in (0;1]$ – коэффициент, отражающий чувствительность к изменениям СЭ одного класса за счет наложения помех и вариации параметров; $D^2(\omega_i^p, \omega_i^t) = \sum_{j=1}^{Na} (y_{ij}^p - y_{ij}^t)^2$ – квадрат расстояния между прототипом СЭ ω_i^p и текущим объектом ω_i^t в пределах апертуры; $y_{ij}^p = f_i(x_0[t], P_i)$, $y_{ij}^t = f_i(x[t], P_i)$ – координаты объектов ω_i^p и ω_i^t соответственно; $x_0[t]$ – эталонный сигнал (прототип СЭ заданного класса); P_i – множество параметров для i -го канала; $f_i(x[t], P_i)$ – функция i -го преобразования сигнала $x[t]$ в пределах апертуры; $\alpha_i, Na_i, t \in P_i$.

Обнаружение СЭ в i -м канале осуществляется с помощью частного решающего правила (ЧРПи):

$$\tilde{x}_i[t] = \begin{cases} x[t] & \forall t \in [t_{ie}; t_{ie} + T_0], \text{ если } \tilde{y}_i[t_{ie}] > Pd_i; \\ x^0 & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (2)$$

где $\tilde{x}_i[t]$ – частный отклик НФ; t_{ie} – точка локального максимума (ЛМ) функции $\tilde{y}_i[t]$ вида (1) такая, что $\tilde{y}_i[t_{ie}] \geq \tilde{y}_i[t] \quad \forall t \in \dot{M}(t_{ie})$; $\dot{M}(t_{ie}) = M(t_{ie}) \setminus \{t_{ie}\}$ – проколота окрестность точки t_{ie} ; $M(t_{ie})$ – окрестность точки t_{ie} ; e – индекс ЛМ; Pd_i – пороговое значение ЧРПи; $x^0 = const$ – константа, определяющая уровень сигнала, соответствующий отсутствию СЭ заданного типа на текущем фрагменте сигнала.

Целью исследования является наряду с традиционным представлением ЭКГ визуализация дополнительной диагностической информации, полученной в результате морфологического анализа ЭКГ с помощью разработанного метода.

Согласно ЧРПи (2) классификации подвергаются лишь те объекты $\tilde{\omega}_i^e$, для которых функция $\tilde{y}_i[t]$ имеет ЛМ ($\{\tilde{\omega}_i^e\} \subset \{\omega_i^p\}$). В свою очередь $\{\tilde{\omega}_i^e\} = \Omega_1 \cup \Omega_2$, $\Omega_1 \cap \Omega_2 = \emptyset$, где Ω_1 , Ω_2 – множества искомым СЭ и всех остальных объектов соответственно. При этом каждый объект $\tilde{\omega}_i^e$ может быть описан как в исходном пространстве признаков амплитудами $x[t]$ указанного участка сигнала, так и в альтернативном пространстве признаков (АПП) координатами \tilde{y}_{ij}^e . Надо отметить, что только объекты множества Ω_1 совпадают со СЭ, принятыми в медицинской практике. А объекты множества Ω_2 являются абстрактными, и их свойства не анализируются при традиционной диагностике ССС по ЭКГ. При этом в новом пространстве признаков СЭ описываются адаптированными к МПС диагностическими признаками, максимально учитывающими свойства рассматриваемого БМС с ЛСП. Поэтому целесообразно рассмотреть взаимное расположение объектов множеств Ω_1 и Ω_2 в АПП с целью получения дополнительной диагностической информации, причем в удобном для восприятия графическом виде. Тогда число координат в АПП $N_{a_i} \leq 3$, а значения координат \tilde{y}_{ij}^e должны быть нормированными. С учетом выражения (1) нормированные и центрированные относительно прототипа ω_i^p альтернативные диагностические признаки \tilde{y}_{ij}^{te} для i -го канала определяются по выражению

$$\tilde{y}_{ij}^{te} = (y_{ij}^p - \tilde{y}_{ij}^e) \sqrt{\alpha_i \tilde{y}_i[t]},$$

где \tilde{y}_{ij}^{te} , \tilde{y}_{ij}^e – нормированные и ненормированные координаты объектов $\tilde{\omega}_i^e$ в АПП.

В работе предлагается визуализация объектов в АПП в виде годографа, названного ЭКГ-годографом (рис. 1). В качестве прототипа был выбран усредненный по 50 периодам QRS комплекс отведения I нормальной ЭКГ. Для нормальной электрокардиограммы ЭКГ-годограф представляет собой фигуру типа треугольника (рис. 1а). В случае наличия ЖЭ на ЭКГ-годографе кроме треугольника, характерного для нормальной ЭКГ, формируются различные дополнительные фигуры (рис. 1б).

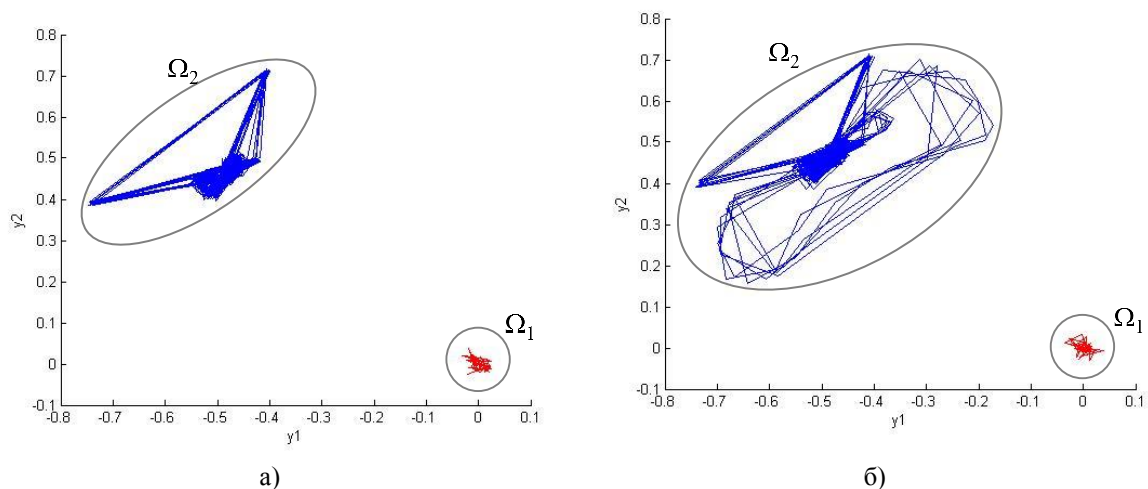


Рис. 1. ЭКГ-годограф: а) нормальная ЭКГ; б) ЭКГ с экстрасистолией левого желудочка

Т.о., разработана система альтернативных диагностических признаков, позволяющая представить ЭКГ в АПП в виде ЭКГ-годографа. Предложенный метод морфологического анализа БМС с ЛСП повышает достоверность обнаружения структурных элементов ЭКГ на фоне помех, а графическое представление ЭКГ в АПП позволяет врачу визуально выполнять классификацию различных видов ЭС, что в сочетании с классическим анализом ЭКГ повышает достоверность диагностики. Дальнейшие исследования направлены на изучении АПП для других видов патологий, а также на разработку диагностически ценных числовых характеристик ЭКГ-годографов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гришин Ю.Н. Дифференциальная диагностика аритмий. Атлас электрокардиограмм и внутрисердечных электрограмм с подробными комментариями / Ю.Н. Гришин // СПб.: Фолиант, 2000. – 480 с.
2. Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ / Дж. Р. Хэмптон // Учебно-практическое пособие: Пер. с англ. – М.: Медлит, 2006, – 224 с.

3. Povoroznyuk A. Design of non-linear filter in the problem of structural identification of biomedical signals with locally concentrated properties / A. Povoroznyuk, A. Filatova, Y. Myrgorod // Science Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. – 2013. – №2(3). – P. 85-92.
4. Design of Computer-Based Intelligent Support Decision Systems for Medicine / M. Burtsev, A. Povoroznjuk, O. Povoroznjuk, A. Filatova // Material to XII international conferences "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics" Polyana Svalyava (Zakarpattya), Ukraine, 19 - 23 February 2013. – Lviv Polytechnic National University, 2013. – P. 45-52.
5. Povoroznyuk A.I. The designing of nonlinear filter in the problem of structure identification of biomedical signals with locally concentrated properties / A.I. Povoroznyuk, A.E. Filatova, // System studies and information technologies. – 2014. – № 1. – P. 69-80.
6. Povoroznyuk A.I. Design of decision support system when undertaking medical-diagnostic action / A.I. Povoroznyuka, A.E. Filatova, W. Surtelb, A. Burlibayc, M. Zhassandykyzy // Optical Fibers and Their Applications. – 2015. – Proc. of SPIE Vol. 9816. – P. 98161O1-98161O17.

МЕТОДИ ТА АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНО- ВЕРТИКАЛЬНОГО СОРТУВАННЯ МАСИВІВ ЧИСЕЛ

Цмоць І.Г., Антонів В.Я.

Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Львів, вул. Бандери 12, ivantsmots@gmail.com

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій намітилась тенденція накопичення великої кількості інформації в базах даних. Однією із основних операцій роботи з інформацією в таких базах даних є сортування, яка займає приблизно 40% із загального часу роботи з базами даних. Основними шляхами підвищення швидкодії операції сортування є розпаралелювання процесу сортування як у просторі, так і часі та його апаратна реалізація з використанням сучасної елементної бази – надвеликих інтегральних схем (НВІС). Апаратна реалізація операції сортування вимагає вдосконалення існуючих методів, розроблення нових паралельних алгоритмів і структур сортування масивів даних, орієнтованих на НВІС реалізацію. Для найповнішого використання переваг сучасної інтегральної технології при розробленні таких алгоритмів і НВІС-структур необхідно, щоб вони відповідали наступним вимогам: були добре структурованими з детермінованим переміщенням даних; реалізовувались на базі однотипних операцій з регулярними та локальними зв'язками; мали мінімізовану кількість виводів інтерфейсу; широко використовували конвеєризацію та просторовий паралелізм. Отже, розроблення високоефективних паралельних апаратно-програмних засобів для сортування масивів даних є актуальною задачею.

Розробку високоефективних засобів паралельно-вертикального сортування масивів даних можна забезпечити при інтегрованому підході, який охоплює:

- дослідження, розробку методів і алгоритмів сортування масивів даних;
- розроблення нових структурних і схемотехнічних рішень, орієнтованих на НВІС-технології;
- засоби автоматизованого проектування НВІС, які забезпечать зменшення термінів і підвищать якість проектування.

Для забезпечення високої ефективності використання обладнання при розробленні НВІС-структур для паралельно-вертикального сортування даних пропонується використовувати такі принципи:

- розпаралелення процесу сортування масиву даних;
- спеціалізації та адаптації апаратних засобів до структури алгоритмів сортування;
- однорідності процесорних елементів (ПЕ) та регулярності зв'язків між ними.

Паралельно-вертикальний метод сортування масивів чисел передбачає надходження чисел розрядними зрізами старшими розрядами уперед. Сортування чисел за таким методом виконується послідовним порівнянням розрядів всіх чисел починаючи зі старшого. При кожному порівнянні отримуємо i -і розряди, $i=1, \dots, n$, де n – розрядність чисел, відсортованих чисел.

Показано, що процес синтезу НВІС-структур для паралельно-вертикального сортування масиву чисел зводиться до виконання наступних етапів:

- виділення базової операції;
- просторово-часове відображення алгоритму;
- розробка схеми ПЕ, які реалізують базові операції алгоритму;
- синтез НВІС-структур на базі ПЕ;
- організація інтерфейсу НВІС.

Аналіз алгоритмів паралельно-вертикального сортування масиву чисел дозволив виділити для НВІС-реалізації дві базові операції. Перша базова операція зводиться до формування розрядів слів